

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЯХ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМОГО ИНЖЕКЦИОННОГО ЛАЗЕРА

М. М. Кугейко, К. Н. Коростик

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: kugeiko@bsu.by

Благодаря уникальным характеристикам излучения инжекционных лазеров (ИЛ) (большая выходная мощность, возможность управления характеристиками излучения, миниатюрность, высокий срок службы и др.) на их основе создаются новые типы дальномерных систем – рециркуляционные светодальномеры (РСД). В РСД определение дальности основано на использовании оптоэлектронного рециркуляционного генератора (ОРГ), в котором длина измеряемой трассы выполняет роль оптической линии задержки в цепи обратной связи генератора. В наиболее совершенных РСД [1] благодаря возможности управления задержкой импульсов излучения ИЛ используется синхронизация частоты рециркуляции с колебаниями высокостабильного кварцевого генератора. В этом случае искомая дальность D с точностью до периода кварцевого генератора определяется по частоте рециркуляции, а «домер» в пределах периода колебаний кварцевого генератора осуществляется по приращению тока накачки ИЛ до достижения режима синхронизации частоты рециркуляции ОРГ с высокостабильным кварцевым генератором.

Однако в методике [1] не учитывается зависимость частоты рециркуляции, от величины поглощения лазерного излучения на трассе, по которой оно распространяется. Принятие решения о наличии отраженного сигнала осуществляется по определенному порогу, задаваемому при его приеме. От дальности до объекта и атмосферных условий зависит величина поглощения зондирующего излучения. При неизменном пороге принятия решения о наличии сигнала возникает составляющая погрешности РСД, обусловленная реальными атмосферными условиями, в которых осуществляется измерение дальности. Поэтому требуется соответствующая корректировка порога принятия решения о наличии сигнала. Нами предлагается методика определения дальности объекта с использованием РСД на основе управляемого ИЛ с коррекцией порога принятия решения о наличии отраженного сигнала.

Сущность методики состоит в накоплении и анализе сигнала обратного рассеяния (СОР) при лоцировании объекта, до которого требуется определить дальность, для выбора значения порога срабатывания решающего устройства, компенсирующего поглощение

излучения на дистанции. В [2] показано, что такой режим достигается при установке порога $U_{\text{п}}$ решающего устройства в соответствии с зависимостью

$$U_{\text{п}} = \frac{\theta P_{\text{и}} \cdot S_{\text{п}}}{\pi(D_1 - D_0)^2}, \quad (1)$$

где θ – коэффициент отражения поверхности объекта, $P_{\text{и}}$ – мощность излучения ИЛ, $S_{\text{п}}$ – площадь входного зрачка приемника излучения, D_1 – расстояние до объекта, определенное при первоначальных посылках зондирующего излучения (когда идет «калибровка» системы), D_0 – дальность, соответствующая начальному моменту времени накопления СОР. В этом случае искомая дальность D выражается через измеренную частоту рециркуляции зависимостью вида [2]

$$D = \frac{c}{2} t_{\text{опт}} = \frac{c}{2} \left(\frac{1}{f_p} - t_{\text{эл}} - t_{\text{лаз}}^{\text{ст}} - \Delta t_x \right), \quad (2)$$

где $t_{\text{опт}}$ – время распространения светового сигнала на измеряемой дистанции; $t_{\text{лаз}}^{\text{ст}}$ – задержка возникновения генерации в лазере в режиме ее стабилизации; Δt_x – время рассогласования между ближайшим импульсом с синхронизирующего генератора и моментом прихода импульса с дистанции (в режиме синхронизации частоты рециркуляции ОРГ $\Delta t_x = 0$), $t_{\text{эл}}$ – задержка в электрической части дальномера.

Значение $t_{\text{эл}}$ в (2) может быть представлено в виде:

$$t_{\text{эл}} = nT_{\text{кг}} + \frac{U_{\text{п}} \tau_0}{U_{\text{фпу}}} = nT_{\text{кг}} + \frac{U_{\text{п}} \tau_0}{P_{\text{с}} \eta R_{\text{н}}} \quad (3)$$

где n – целое число; $T_{\text{кг}}$ – период следования импульсов с синхронизирующего кварцевого генератора; η – квантовая эффективность фотоприемника; τ_0 – длительность фронта импульса, принятого с дистанции; $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки; $U_{\text{фпу}}$ – амплитуда напряжения на выходе фотоприемного устройства.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет исключить влияние изменения состояния среды на значение частоты рециркуляции ОРГ. Это позволяет повысить точность определения дальности до объекта в реальных атмосферных условиях. Предложенная методика может использоваться и в импульсных светодальномерах на основе ИЛ.

1. Коростик К. Н. // Приборы и техника эксперимента. № 5. 1991. С. 5–18.
2. Пат. 4677, МПК G 01 C 3/08, G 01 S 17/10. Способ определения дальности объекта (варианты) / К.Н.Коростик, М.М.Кугейко; №4931; Заявл. 27.11.1996; Оpubл. 03.05.2002 // Афіційны бюлетэнь. 2003. №2. С.164.